

15/00467

TRANSPIRASI DAN PERCOBAAN-PERCOBAAN SEDERHANA YANG BERKAITAN

Oleh:
Amalia Sapriati
NIP. 131 569 964

UNIVERSITAS TERBUKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
JAKARTA 1993

TRANSPIRASI DAN PERCOBAAN-PERCOBAAN SEDERHANA YANG BERKAITAN

PENDAHULUAN

Sebagai layaknya bahan atau zat yang berlebih, airpun apabila terserap berlebihan, pada tumbuhan akan dikeluarkan. Pada tumbuhan proses atau mekanisme pengeluaran air ini salah satunya melalui transpirasi.

Sesungguhnya adanya proses transpirasi memberikan keuntungan lain bagi tumbuhan, yaitu terjadinya transpor air pada batang, penyerapan unsur hara, keseimbangan suhu tumbuhan, pengaturan fotosintesis, dan sebagainya.

Apabila melihat urutan perjalanan air sampai terjadinya proses difusi maka prosesnya melewati dua tahap peredaran air yaitu melalui transpor ekstrasvaskuler dan intravaskuler. Dari dalam tanah, air diserap oleh bulu-bulu akar, terus beredar ke batang, dan akhirnya sampai pada daun. Pada sel-sel mesofil daun, air digunakan untuk proses metabolisme (memasuki ruang antar sel), selanjutnya akan berdifusi sebagai gas ke luar, dari daun ke udara.

Demikian menariknya proses transpirasi ini untuk diketahui. Di dalam penyampaian/pembahasannya akan lebih hidup apabila disertai berbagai kegiatan/percobaan. Adapun percobaan yang dilakukan dapat berupa suatu eksperimen yang memerlukan seperangkat alat-alat laboratorium ataupun dapat pula merupakan suatu kegiatan sederhana dengan menggunakan alat dan bahan sederhana. Yang penting penggunaan model apapun untuk membantu memperagakan penjelasan yang disampaikan, pembelajaran bertambah menarik dan mudah dimengerti para siswa. Pemilihan bentuk kegiatan dapat

disesuaikan dengan usia siswa dan kondisi/situasi lingkungan yang dapat mendukung ketersediaan alat dan bahan untuk berlangsungnya kegiatan.

Dalam makalah ini akan dibahas penjelasan tentang seluk-beluk transpirasi, percobaan laboratorium, dan percobaan sederhana yang berkaitan dengan transpirasi. Tujuan penulisan makalah ini sebagai bahan untuk memperluas wawasan bagi para guru SD, SMP, maupun SMA.

HANTARAN AIR DALAM TUMBUHAN

Ada dua macam cara transpor air di dalam tubuh tumbuhan, yaitu yang melalui jaringan pengangkut (disebut transpor intravaskular) dan yang tidak melalui jaringan pengangkut (disebut transpor ektravaskular).

Pada transpor ektravaskular, air bergerak dari sel ke sel dengan mengikuti arus simplas, yaitu melalui plasma sel, atau arus apoplas, melalui dinding dan ruang antar sel. Dalam perjalanan di jalur ini, mula-mula air diserap bulu akar, sel peresap (sel penerus, bagian endodermis yang tidak mengalami penebalan), perisikel, sampai ke xilem akar.

Pada transpor intravaskular, air melewati jaringan xilem. Xilem akar bersambungan dengan xilem batang sehingga air dengan mudah dapat diteruskan dari akar ke batang. Dalam perjalanannya, air dapat meninggalkan xilem menuju jaringan di luarnya melalui parenkim atau jari-jari empulur. Setelah sampai di daun, air dilepaskan dari xilem ke sel mesofil daun untuk digunakan pada proses metabolisme atau memasuki ruang antar sel dan berdifusi sebagai gas keluar, pada proses transpirasi.

Di dalam tubuh tumbuh-tumbuhan ada 3 (tiga) macam mekanisme yang dapat menghantarkan air ke bagian-bagian tubuh yang lain.

1. Tenaga akar yaitu tekanan yang terjadi di dalam xilem akar sebagai akibat terjadinya penyerapan dan transpor ekstrasvaskular dalam akar, dengan tenaga hasil respirasi akar.
2. Aktivitas xilem. Xilem, selain terdiri atas trakea dan trakeid yang mati, mempunyai sel hidup (parenkin xilem), yang mampu mengadakan metabolisme dan tenaga yang dihasilkannya digunakan untuk mendorong air ke atas.
3. Daya isap daun. Sebagai akibat adanya proses transpirasi, potensial air sel-sel mesofil daun turun, yang akan menyebabkan terjadinya daya isap daun terhadap air di saluran xilem, diteruskan ke bagian bawah sehingga air naik.

TRANSPIRASI

Berdasarkan jalan keluar yang dilalui air selama proses transpirasi. Dikenal adanya 3 (tiga) macam bentuk transpirasi.

1. *Stomatal Transpiration* (Transpirasi melalui stomata)

Bentuk tranpisasi ini merupakan suatu bentuk yang paling banyak terjadi dan mencatat sekitar 90% dari seluruh proses transpirasi yang terjadi. Stomata terdapat dengan banyaknya pada epidermis daun dan juga pada epidermis batang muda dan buah-buahan.

2. *Cuticular Transpiration* (Transpirasi melalui kutikula)

Uap air juga dikeluarkan melalui kutikula yang terletak pada bagian eksterior dari epidermis daun dan batang. Pada tumbuhan region sedang, hilangnya air melalui kutikula berkisar antara 5 sampai dengan 10%, tapi menurut Huber hanya sekitar 2% saja. Kadang-kadang ada istilah *fokar transpiration* digunakan untuk proses transpirasi stomata dan kutikula.

3. *Lenticular transpiration* (Transpirasi melalui lenti sel)

Lenti sel terdapat di dalam periderm batang dan buah-buah berkayu. Batang-batang herba dari kelompok monokotil, tanpa adanya pertumbuhan sekunder, mempunyai lenti sel dalam jumlah yang sedikit. (Pada monokotil berkayu seperti *Dracaena* dan *Yucca*, dengan adanya pertumbuhan sekunder yang khusus, banyaklah ditemukan adanya lenti sel). Pada umumnya, kehilangan maksimum uap air melalui lenti sel hanya sampai sekitar 8% dari total transpirasi.

FAKTOR-FAKTOR LINGKUNGAN YANG MEMPENGARUHI TRANSPIRASI

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi laju transpirasi. Karena kehilangan uap air didasarkan kepada proses difusi, apapun faktor yang mempengaruhi tekanan uap relatif, di dalam ruang interaseluler daun dan di luar daun, akan mempengaruhi laju transpirasi. Faktor-faktor lingkungan penting yang dapat mempengaruhi laju transpirasi akan dibahas di bawah ini. Tetapi perlu diperhatikan bahwa yang akan dibahas dalam makalah ini hanya yang terdiri atas faktor eksternal tumbuhan. Dalam praktiknya, selain faktor eksternal ada pula faktor internal tumbuhan yang berpengaruh terhadap laju transpirasi.

Faktor-faktor (eksternal) yang berpengaruh terhadap laju transpirasi adalah:

1. *Kelembaban udara*

Apabila kelembaban udara meningkat, transpirasi akan menurun. Hal ini dikarenakan, segala sesuatu kenaikan dalam kelembaban udara yang ada di sekitar organ transpirasi tanaman akan menurunkan gradien tekanan uap.

Selain hal yang telah disebutkan, menurut prinsip dasar proses difusi, terjadinya difusi uap air yang lebih sedikit, menghasilkan laju tranpirasi yang rendah. Sebaliknya, apabila udara kering (atau kurang lembab), uap air lebih banyak dikeluarkan dari organ transpirasi dalam responsnya terhadap gradien uap yang meningkat, tranpirasi akan meningkat.

2. *Temperatur*

Berdasarkan kenyataan bahwa peningkatan temperatur 10° atau 11° C menjadikan laju evaporasi menjadi dua kali lipat, hal itu jelas bahwa temperatur mempunyai pengaruh terhadap evaporasi air dari sel daun atau organ-organ tranpirasi lain. Kenaikan temperatur ini mengakibatkan terjadinya konsentrasi uap air di dalam daun, yang menaikkan gradien tekanan uap dan menghasilkan kenaikan laju absorpsi air, maka tanaman tampak menjadi layu. Kelayuan yang disebabkan karena kehilangan turgor lebih dikenal pada tumbuhan herba dengan daun tebal. Hal ini biasanya terjadi pada musim panas (untuk daerah empat musim) dan dapat dengan mudah diobservasi pada waktu siang saat terjadi transpirasi maksimum. Pada saat sore atau malam (waktu laju transpirasi menjadi hampir tak ada, tumbuhan akan normal kembali dari bentuk layu dan tampak segar pada pagi hari dengan daun yang lebih besar). Tipe layu ini dikenal sebagai layu sementara. Apabila kehilangan turgiditas hanya sebagian (parsial) dan pengaruh layu tidak terlalu nampak (misalnya tidak ada perubahan daun), maka bentuk layu ringan ini disebut layu awal (incipient wilting). Di lain pihak apabila defisiensi air tanah sangat serius maka akar tidak dapat mengabsorpsi air, pada akhirnya akan terjadi kematian tumbuhan tersebut, dan tipe layu ini disebut layu yang permanen.

Kematian tumbuhan dapat dihindari apabila pada stadium awal dari keadaan layu permanen kandungan air tanah ditingkatkan dan bulu-bulu

akar diselamatkan dari kerusakan. Tambahan air kepada tanah menjaga kontinuitas air tanah dengan air dalam tumbuhan. Dalam stadium selanjutnya dari keadaan layu yang terus permanen, kontinuitas hidrostatik ini menjadi rusak dan tumbuhan yang layu tidak dapat kembali normal meskipun air ditambahkan ke dalam tanah. Hal ini disebut layu yang paling parah (ultimate wilting).

3. *Cahaya.*

Laju transpirasi dipengaruhi oleh cahaya dalam 2 (dua) hal. *Pertama*, dalam hal regulasi mekanisme menutup dan membukanya stomata. *Kedua*, jumlah energi matahari yang sangat besar dikonversikan menjadi energi panas (karena hanya sebagian kecil cahaya yang digunakan untuk fotosintesis). Energi panas menaikkan temperatur daun di atas temperatur udara luar dan oleh sebab itu dihasilkan peningkatan transpirasi. Lamanya dan intensitas cahaya penting dalam mengontrol laju transpirasi. Dengan semakin besarnya lamanya dan intensitas cahaya, maka semakin besar pula transpirasi yang terjadi.

4. *Gerakan Udara (angin)*

Pada saat uap air berdifusi keluar (melalui stomata), uap air berakumulasi di atas celah stomata menyebabkan peningkatan kelembaban udara dari udara di sekitarnya dan menyebabkan penurunan gradien konsentrasi. Gerakan atau perpindahan udara menjaga kecenderungan dan uap air untuk berakumulasi. Gerakan ini membawa udara segar yang lebih kering sehingga laju transpirasi meningkat. Kecepatan angin yang sangat tinggi, seperti pada angin ribut, mempunyai pengaruh mendinginkan tapi (sebaliknya) memanaskan daun dengan membawa molekul air yang

bersentuhan dengan daun. Pendinginan dari daun yang beriluminasi menurunkan transpirasi.

5. *Kandungan air di dalam tanah.*

Pada saat kandung air dari tanah habis, laju transpirasi melampaui laju absorpsi air dan pada waktunya tumbuhan kehilangan kondisi turgiditasnya serta menjadi lunak atau lemah, menyebabkan tumbuhan menjadi layu. Di bawah kondisi yang lemas (kehilangan turgiditas), stomata menutup dan terjadilah penurunan transpirasi.

6. *Tekanan atmosfer.*

Fluktuasi sedang pada tekanan atmosfer tidak mempengaruhi laju transpirasi tetapi di bawah kondisi tekanan atmosfer rendah seperti dijumpai pada altitude tinggi, evaporasi air dari organ transpirasi tumbuhan meningkat cukup tinggi. Untuk menjaga kelebihan kehilangan air, tumbuhan yang hidup di bukit-bukit mengembangkan sifat-sifat xerofit, seperti pengurangan permukaan daun dan menutup bagian tubuh tumbuhan dengan tumbuhnya bulu-bulu.

Faktor-faktor internal atau faktor dalam tumbuhan yang dapat mempengaruhi laju transpirasi adalah:

1. Jumlah stomata tiap satuan luas permukaan daun. Besarnya angka itu tergantung kepada jenis tumbuhan serta faktor lingkungan saat daun sedang tumbuh.
2. Struktur anatomi daun. Kadang-kadang daun mempunyai alat tambahan untuk mengurangi penguapan, misalnya trikoma rapat, kutikula tebal, letak stomata tersembunyi, dan seterusnya. Keadaan ini memungkinkan tumbuhan bertahan terhadap kekeringan.

3. Sel daun mempunyai potensial osmotik tinggi sehingga air tidak mudah menguap.

KEGUNAAN TRANSPIRASI BAGI TUMBUHAN

Walaupun pada waktu transpirasi tersebut tumbuhan banyak kehilangan air, tetapi transpirasi ini mempunyai berbagai manfaat bagi tumbuhan, karena alasan-alasan berikut ini:

1. Menyebabkan terjadinya daya isap daun, sehingga terjadi transpor air di batang.
2. Membantu penyerapan air dan zat hara oleh akar.
3. Mengurangi air yang terserap berlebihan.
4. Mempertahankan temperatur yang sesuai untuk daun.
5. Mengatur fotosintesis dengan membuka dan menutupnya stomata.

Transpirasi juga merupakan proses yang membahayakan kehidupan tumbuhan, karena kalau transpirasi melampaui penyerapan oleh akar, tumbuhan dapat kekurangan air. Bila kandungan air melampaui batas minimum dapat menyebabkan kematian. Transpirasi yang besar juga memaksa tumbuhan mengadakan penyerapan banyak, untuk itu diperlukan energi yang tidak sedikit.

MEKANISME TRANSPIRASI

Besarnya transpirasi ditentukan oleh seberapa lebar celah di antara dua sel penutup stoma, sehingga faktor-faktor yang mempengaruhi membuka dan menutupnya stomata akan menentukan besarnya transpirasi. Keluarnya uap

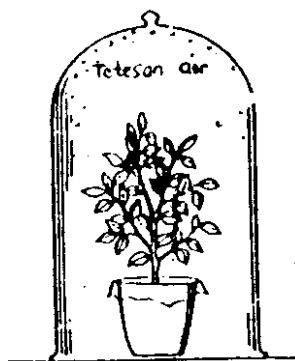
air dari celah stomata merupakan proses difusi gas, karena tekanan uap di sebelah dalam celah lebih tinggi daripada tekanan uap di udara luar daun. Karena tekanan uap di ruang udara dalam daun selalu berkurang oleh terjadinya difusi gas keluar, maka terjadilah penguapan air di dinding sel parenkim mesofil daun yang berbatasan dengan ruang udara, selanjutnya proses ini akan menarik air dari sel sebelah dalam, dan seterusnya.

PERCOBAAN-PERCOBAAN YANG BERHUBUNGAN DENGAN TRANSPIRASI

Bilgrami dkk (1978) mengemukakan beberapa percobaan yang berhubungan dengan transpirasi.

1. Percobaan yang mendemonstrasikan transpirasi

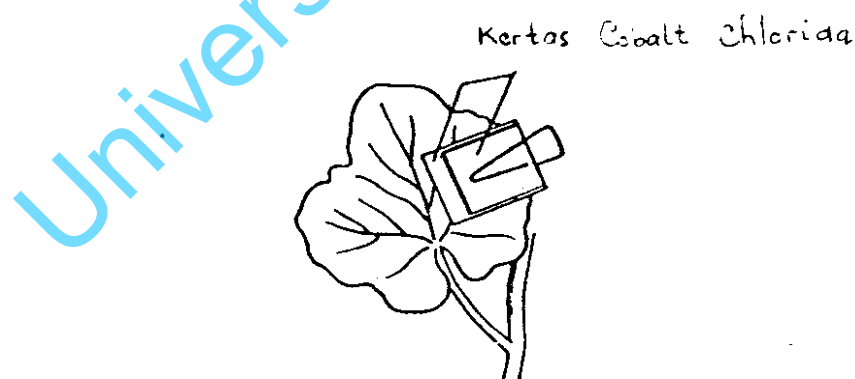
Sediakan tanaman di dalam pot. Bungkuslah potnya dengan menggunakan kertas minyak, hal ini dilakukan untuk mencegah evaporasi air dari pot dan tanah. Letakkan pot pada piring gelas kemudian tutup dengan toples berbentuk bel. Pertemuan antara toples dengan piring dilapisi vaselin untuk membuat udara tidak bisa melalui bagian ini. Setelah beberapa saat akan terlihat titik-titik air pada bagian dalam toples bel (terlihat pada Gambar 1). Bintik-bintik air ini disebabkan karena adanya pengembunan uap air yang dikeluarkan bagi aerial tumbuhan selama terjadi proses transpirasi.



Gambar 1. Percobaan Demonstrasi Transpirasi

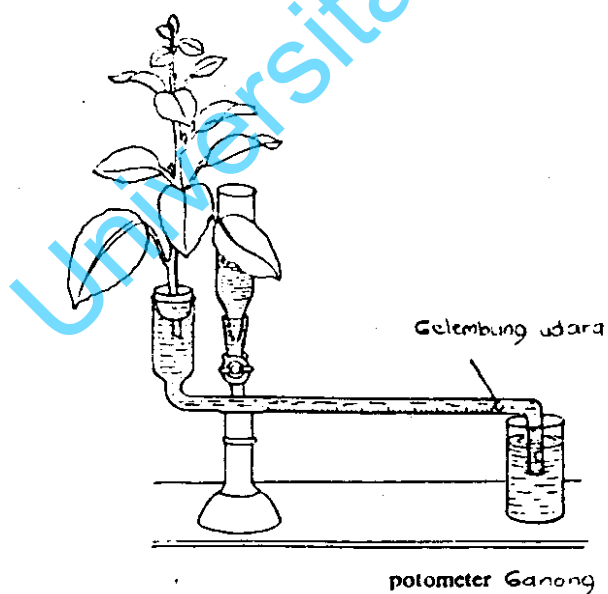
2. Percobaan membandingkan transpirasi stomata dan kutikula. Prinsip dasar dari percobaan ini adalah bahwa dalam daun bifacial (bermuka dua) atau daun dorsoventral, stomata hanya ada pada sisi bawah dan kutikula pada sisi atas. Salah satu bentuk percobaan dari kelompok percobaan ini akan dibahas berikut ini.

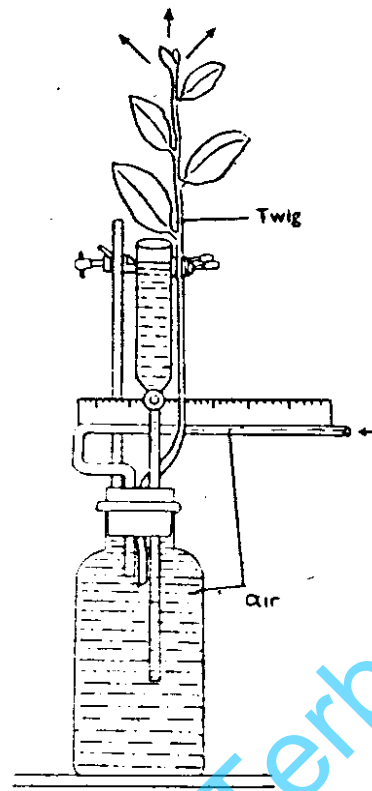
Percobaan untuk membandingkan transpirasi-transpirasi tersebut menggunakan 4 buah daun. Seperti yang terlihat pada Gambar 2, daun yang pertama dilapisi dengan vaselin pada kedua permukaannya, jadi akan menghambat baik transpirasi stomata maupun kutikula. Daun yang kedua dilapisi dengan vaselin pada permukaan bawahnya saja, jadi yang terhambat hanya transpirasi stomata. Daun yang ketiga dilapisi vaselin pada permukaan atas saja, jadi yang terhambat hanya transpirasi kutikula. Daun yang keempat tidak dilapisi vaselin pada kedua permukaannya sehingga baik transpirasi stomata maupun kutikula akan tetap berlangsung. Hasilnya, daun pertama tetap segar, daun kedua sedikit layu karena kehilangan air dalam jumlah besar dapat dihindari, daun ketiga cukup layu karena transpirasi stomata yang lebih banyak mengeluarkan air daripada transpirasi kutikula tetap berlangsung, dan daun keempat benar-benar layu, sebab kedua macam transpirasi di atas tetap berlangsung.



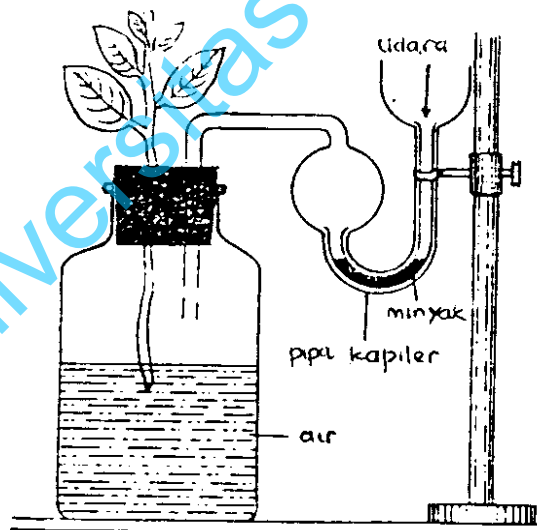
Gambar 2. Percobaan Transpirasi Stomata dan Kutikula

3. Percobaan untuk membandingkan laju transpirasi di bawah kondisi percobaan yang berbeda. Alat yang digunakan untuk membandingkan laju transpirasi di bawah kondisi percobaan yang berbeda dikenal dengan sebutan potometer. Kondisi yang berbeda dicapai dengan cara menyimpan tanaman di dalam ruangan, di luar ruangan di bawah terik sinar matahari, di bawah kipas angin, dan sebagainya. Sebagai pengetahuan perlu diketahui bahwa ada 3 tipe potometer, yaitu potometer Ganong, potometer Farmer, dan potometer Bose. Sebelum percobaan dimulai, semua hubungan dibuat tak dapat dilalui udara. Pada waktu tertentu, kehilangan air transpirasi ditunjukkan oleh jarak yang dicakup oleh gelembung udara di dalam potometer Ganong, atau oleh perubahan kolom air dari kanan ke kiri pada potometer Farmer, atau oleh banyaknya gelembung udara dalam potometer Bose. Untuk lebih jelasnya perhatikan Gambar 3a, Gambar 3b, dan Gambar 3c.).





potometer Farmer



potometer Bose

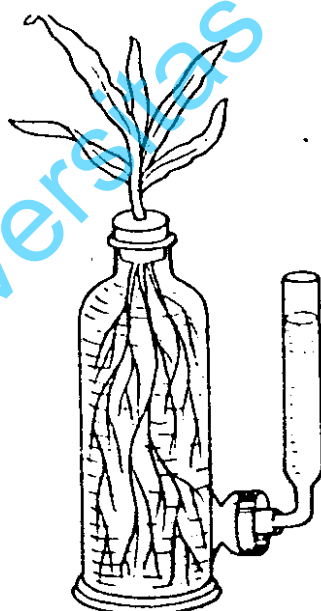
Gambar 3. Percobaan Laju Transpirasi

4. Percobaan untuk memperlihatkan absorpsi air oleh akar dan kehilangan air karena transpirasi melalui daun. Alat-alat yang digunakan dipasang seperti yang tampak pada Gambar 4. Beberapa tetes minyak harus ditambahkan pada air yang ada pada tabung vertikal untuk menjaga terjadinya evaporasi air dari permukaan air yang terbuka. Sesudah beberapa waktu, penurunan level air pada tabung vertikal akan terjadi, yang menunjukkan bahwa air telah diabsorpsi oleh akar tumbuhan. Kehilangan air karena proses transpirasi dapat dihitung dengan menimbang rangkaian alat baik sesudah maupun sebelum percobaan.

- mengukur (menentukan) banyak air (ukuran) air dalam tabung vertikal = A cc
- menimbang perangkat alat = B gr

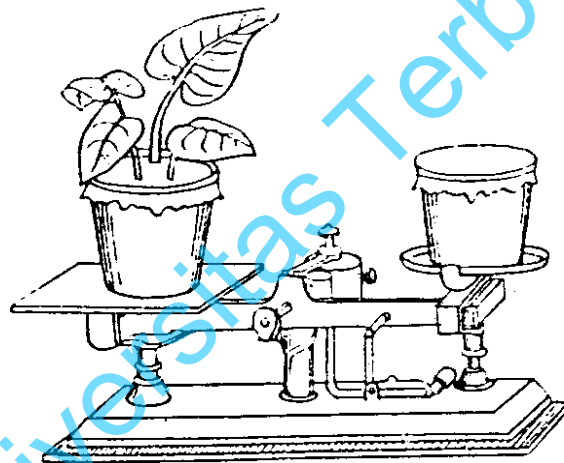
Perhitungan sesudah percobaan:

- Ukuran air dalam tabung vertikal = A_1 cc
- Berat perangkat alat = B_1 gr
- Jumlah air yang diabsorpsi akar = $A - A_1$ cc
- Jumlah air yang ditranspirasikan = $B - B_1$ gr



Gambar 4. Percobaan Absorpsi Air oleh Akar dan Transpirasi Melalui Daun

5. Percobaan kehilangan berat karena transpirasi. Untuk percobaan ini perlu disediakan tanaman dalam pot. Potnya kemudian dibungkus kertas minyak untuk menghindari evaporasi dari pot. Kemudian timbanglah pot pada timbangan/neraca. Setelah beberapa jam, kehilangan air dapat diketahui dengan cara melakukan penimbangan. Kehilangan air ini karena adanya proses transpirasi. Untuk lebih jelasnya untuk gambar percobaan ini tampak pada Gambar 5.



Gambar 5. Percobaan Kehilangan Berat

PERCOBAAN-PERCOBAAN SEDERHANA

Van Cleave (1991) mengajukan percobaan-percobaan yang sangat sederhana. Percobaan yang diajukannya ini tidak kompleks bahkan dapat dilakukan oleh para siswa sekolah dasar. Usulan Van Cleave sengaja disajikan dalam makalah ini agar para pembaca dapat memodifikasi atau mengadopsi percobaan lain yang lebih kompleks menjadi percobaan sederhana yang dapat dilakukan di daerah-daerah yang tidak memungkinkan untuk tersedianya alat yang kompleks.

1. Mendemonstrasikan transpirasi

Alat dan bahan yang dibutuhkan adalah tanaman dalam pot, kantung plastik, pembungkus roti, pita rekat (isolasi band).

Adapun cara kerja yang dilakukan sebagai berikut:

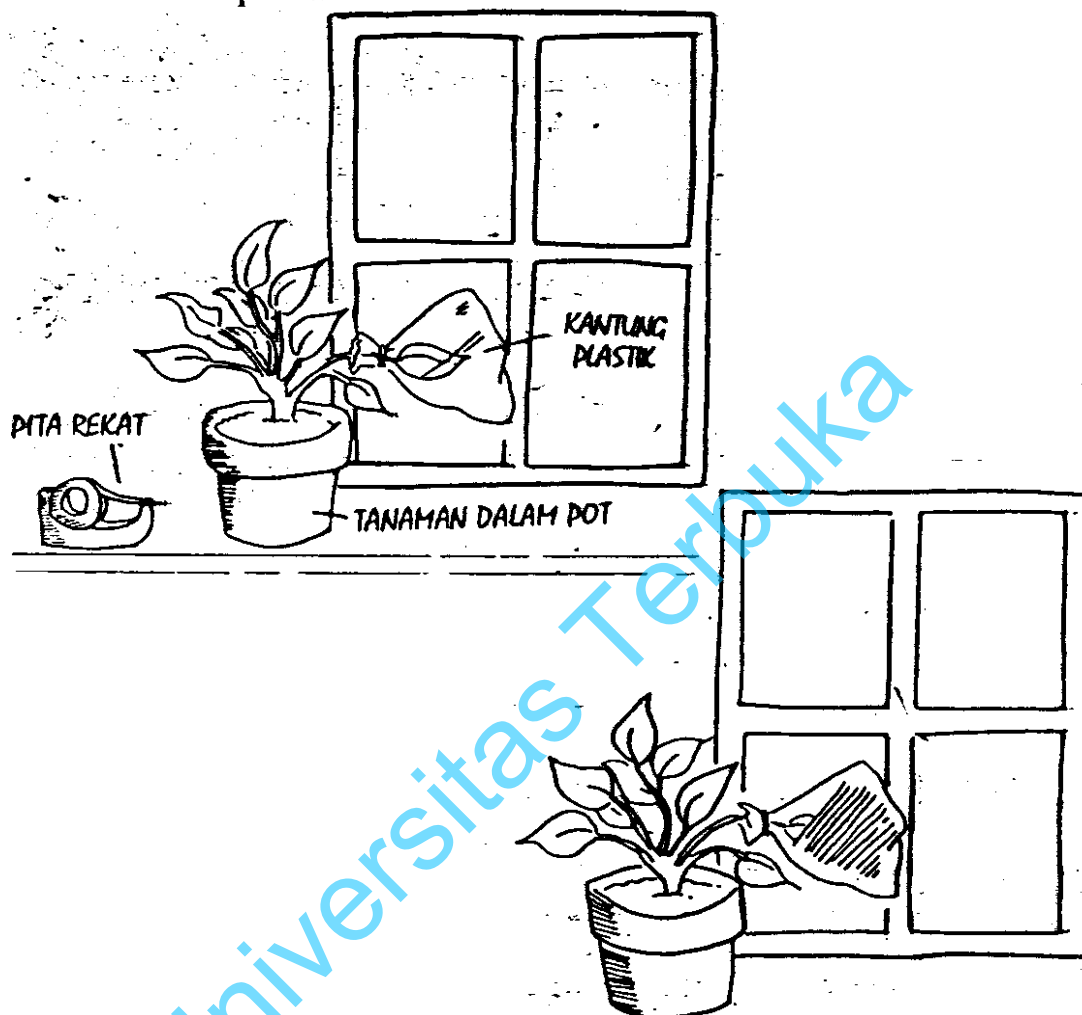
- a. Salah satu daun tanaman dimasukkan ke dalam kantung plastik
- b. Mulut kantung plastik ditiup dengan cara merekatkannya pada tangkai tanaman
- c. Tanaman kemudian diletakkan di bawah sinar matahari selama dua atau tiga jam.
- d. Selanjutnya amati bagian dalam bungkus roti tadi.

Apabila langkah kerja yang dilakukan benar maka akan diperoleh hasil berikut. Dalam kantung plastik akan muncul titik-titik air. Bagian dalam kantung dapat kelihatan buram karena air yang ada dalam udara.

Sebagai penjelasan dari hasil percobaan adalah seperti di bawah ini.

Tanaman menyerap air dari dalam tanah melalui akar-akarnya. Air ini akan naik melalui batang menuju daun. Pada daun, 90% dari air yang naik akan hilang menguap melalui pori-pori daun (stomata). Beberapa pohon dapat kehilangan sampai 15.000 pon (6810 kg) air dalam waktu 12 jam. Tanaman

dapat mempengaruhi suhu dan kelembaban pada daerah-daerah yang bertumbuhan lebat. Hilangnya air melalui stomata pada daun-daun tanaman disebut transpirasi.



Gambar 6. Mendemonstrasikan Transpirasi

2. Mendemonstrasikan tingkat penguapan dari bermacam-macam struktur daun. Untuk mendemonstrasikan kegiatan ini diperlukan alat dan bahan seperti lap kertas atau tisu makan (3 lembar), kertas lilin atau kertas yang ada lapisan plastiknya, dan kertas aluminium foil, serta penyepit kertas.

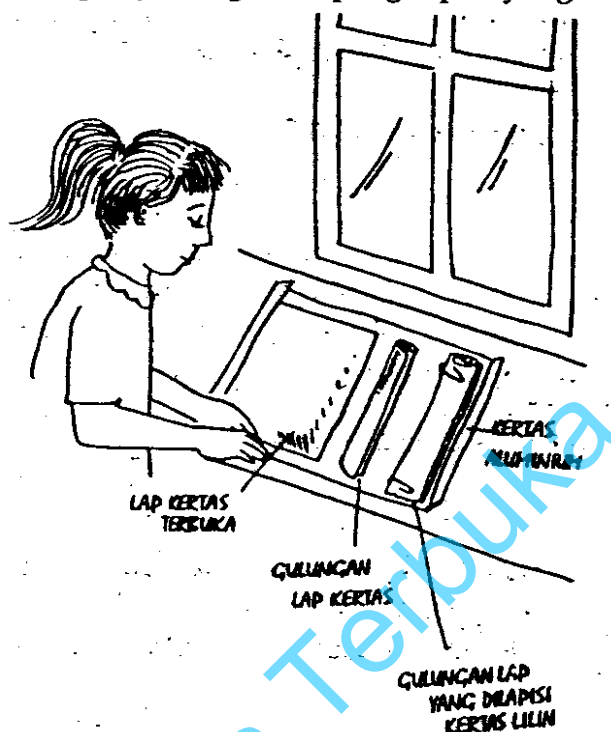
Langkah kerja yang dilakukan meliputi:

- a. Basahi lap-lap kertas dengan air, tetapi jangan sampai basah kuyup.
- b. Letakkan secara terbuka salah satu lap tadi di atas kertas aluminium
- c. Gulung lap kertas yang kedua dan letakkan di samping kertas pertama.
- d. Gulung lap kertas terakhir seperti lap nomor dua, tetapi lapis bagian luar gulungan dengan kertas lilin.
- e. Jepit bagian atas dan bawah gulungan kertas lilin dengan penjepit kertas.
- f. Letakkan gulungan kertas lilin di atas kertas aluminium.
- g. Letakkan kertas aluminium dan gulungan-gulungan kertas di atasnya pada tempat yang memungkinkan untuk menerima sinar matahari secara langsung.
- h. Buka gulungan-gulungan kertas setelah 24 jam dan rasakan perbedaannya.

Hasil yang didapat, lap yang diletakkan terbuka akan kering. Lap yang digulung akan kering pada bagian pinggir, tetapi di bagian dalam masih terdapat daerah-daerah yang basah. Lap kertas yang dilapisi kertas lilin akan tetap basah.

Penjelasan yang dapat dikemukakan untuk keadaan/hasil tersebut seperti berikut ini. Semakin luas suatu permukaan terbuka, semakin cepat penguapan air terjadi. Waktu yang dibutuhkan air untuk menguap disebut tingkat penguapan. Tanaman padang pasir mempunyai daun-daun yang tebal atau bulat. Bentuk-bentuk seperti ini mencegah hilangnya air. Permukaan daun-daun tadi juga mempunyai lapisan lilin yang turut mencegah hilangnya air. Bentuk, ketebalan, dan lapisan penutup yang

dimiliki oleh daun-daun tanaman padang pasir menjebakkan tanaman-tanaman tersebut mempunyai tingkatan penguapan yang sangat rendah.



Gambar 7. Mendemonstrasikan Tingkat Penguapan

PENUTUP

Telah disampaikan informasi tentang mekanisme/proses transpirasi pada tumbuhan beserta percobaan-percobaan, baik yang menggunakan alat-alat laboratorium maupun menggunakan alat sederhana.

Hal-hal yang telah disampaikan bukanlah merupakan sesuatu yang terbaik atau yang ideal. Akan tetapi dapat disebutkan sebagai suatu langkah alternatif. Tidak lain yang diharapkan, agar isi makalah ini dapat menambah wawasan dan yang paling penting dapat menjadi inspirasi untuk mengembangkan kegiatan-kegiatan sederhana tapi berguna sebagai alat bantu/model pendukung yang dapat membantu guru dalam menjelaskan suatu topik biologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bilgrami, K.S., L.M. Srivastara, & J.L. Shreemahi. (1979). *Fundamentals of Botany*. New Delhi, Bombay, Bangalore, Calcutta, Kampur: Vikas, Pub. House PVT. Ltd.
- Dwidjoseputro, D. (1992). *Pengantar Fisiologi Umum*. Jakarta: PT. Gramedia. Pustaka Utama.
- Soerodikoesoemo, dkk. (1993). *Modul: Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: UT. Depdikbud.
- Van Cleave, J.P. (1991). *Gembira Bermain Dengan Biologi*. Jakarta: PT. Temprint.